

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-274815

(43)Date of publication of application : 25.09.2002

(51)Int.CI.

C01B 13/11

(21)Application number : 2001-085566

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.2001

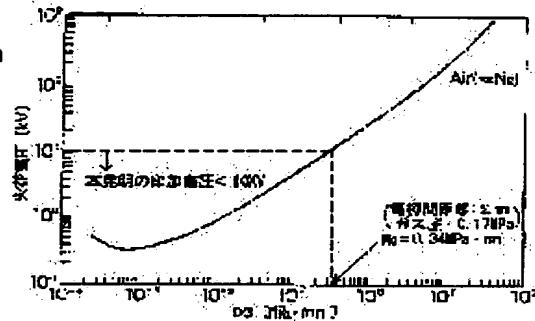
(72)Inventor : ISHIOKA HISAMICHI  
TAKAHASHI RYUTARO

## (54) OZONE-GENERATING DEVICE AND ITS OPERATION PROCESS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a process for operating an ozone-generating device which ensures stable operation by inhibiting the generation of spark discharge between electrodes at the application of voltage, even when a few cracks or bubbles remain in a glass dielectric layer lined on the electrode surface of an ozone-generating tube.

**SOLUTION:** An ozone-generating unit comprises a pair of electrodes facing each other across a discharge void and a glass dielectric layer formed on the surface of at least one of the electrodes. The ozone-generating device generates ozone by supplying an oxygen-containing material gas to the discharge void while applying an alternating high voltage to the electrodes and ozonizing the material gas by silent discharge generated between the electrodes. In operation, the voltage applied between the electrodes is set at a value (<10 kV) lower than the sparking voltage (about 10 kV) obtained from a Paschen curve at a material gas pressure of 0.17 MPa.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-274815  
(P2002-274815A)

(43) 公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
C 01 B 13/11

識別記号

F I  
C 01 B 13/11テーマコード<sup>\*</sup> (参考)  
K 4 G 0 4 2

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-85566(P2001-85566)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(22) 出願日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(72) 発明者 石岡 久道

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 高橋 龍太郎

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 梶部 正治

F ターム(参考) 4G042 CA01 CB05 CB23 CC02 CC16

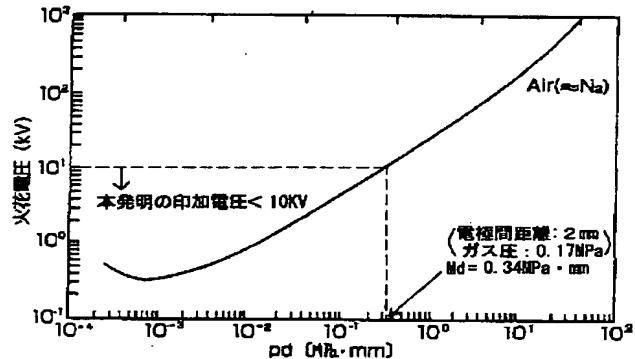
CD05

## (54) 【発明の名称】 オゾン発生装置およびその運転方法

## (57) 【要約】

【課題】オゾン発生管の電極面にライニングしたガラス誘電体層に多少のクラック、気泡が残っていても、電圧印加時に電極間に火花放電が発生するのを抑えて安定運転を確保できるようにしたオゾン発生装置の運転方法を提供する。

【解決手段】放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成したガラス誘電体層とかなるオゾン発生ユニットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記電極間に印加する電圧を、例えば電極間距離が2m m、原料ガスガス圧が0.17MPa条件下でパッシュエン曲線から求めた火花電圧(約10kV)よりも低い電圧(<10kV)の範囲に設定して運転を行う。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成した誘電体層とからなるオゾン発生ユニットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記電極間に印加する電圧を、仕様上の電極間距離、原料ガスガス圧から定まる電極間の火花電圧より低い電圧範囲に設定して運転することを特徴とするオゾン発生装置の運転方法。

【請求項2】放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成した誘電体層とからなるオゾン発生ユニットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記放電空隙に供給する原料ガスのガス圧を、仕様上の電極間距離、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧よりも大きくなる圧力範囲に設定して運転することを特徴とするオゾン発生装置の運転方法。

【請求項3】放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成した誘電体層とからなるオゾン発生ユニットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記電極間の距離を、仕様上の原料ガス圧、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧よりも大きくなるような距離に設定したことを特徴とするオゾン発生装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、上下水処理やパルプ漂白処理などに用いるオゾンを生成するオゾン発生装置、およびその運転方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】オゾン発生装置は、オゾンが持つ殺菌・脱色・脱臭力をを利用して水処理施設などにおいて広く使用されている。次に、本発明と同一出願人より先に提案した特開平9-315803号に開示されているオゾン発生装置の構成を図6に示す。

【0003】図において、1は両端開口部がパッキン17を介して側板2、3にて閉塞されたオゾン発生装置の本体胴部であり、該本体胴部1の周面には原料ガス入口7、オゾン化ガス出口8、および冷却水の入口9、出口10が開口している。また、本体胴部1の内部に設けた左右1対の仕切板5、6の間を貫通して多数本のオゾン発生管（オゾン発生ユニット）11が架設されている。

【0004】このオゾン発生管11は、耐オゾン性を有するステンレス鋼で作られた円筒状の金属管からなる接

地電極11aと、該電極11aの内面上にライニングによって形成されたガラス誘電体層11bと、その内側にほぼ一様なギャップ長の放電空隙12を隔てて同心配置した円筒で両端を閉塞したステンレス鋼製の高電圧電極13とからなり、高電圧電極13はその端部から引出したリード線14、およびブッシング15を介して外部の高周波電源16に接続されている。なお、図示例ではガラス誘電体層が接地電極側に形成されているが、高電圧電極側に形成したものもある。

10 【0005】また、オゾン発生管11の接地電極11aの外周側には仕切板4、5との間にウオータジャケット4が画成され、ここに冷却水循環ライン19から冷却水入口9、出口10を通じて冷却水（イオン交換水）を流すようにしている。また、高電圧電極13に対しては、冷却水循環ライン19に介装したマニホールド24から分岐する導水パイプ24を接続してその電極内部に冷却水を流すようにしている。なお、20は冷却水の送水ポンプ、21は二次冷却水で冷却する熱交換器である。

【0006】かかる構成で、オゾン発生管11の高電圧電極13と接地電極11aとの間に交流高電圧（例えば周波数7000Hz、ピーク電圧11KVの高周波電圧）を印加し、原料ガス入口8から酸素を含む原料ガス（空気または酸素）を供給すると、オゾン発生管11の高電圧電極13と接地電極11aとの間の放電間隙12に沿って無声放電（オゾナイザ放電）が一様に発生し、その放電による加速電子がここを通過する原料ガスの酸素分子に衝突してオゾンが生成されることは周知の通りである。なお、ガラス誘電体層11bは無声放電がアーキに転移するのを抑制し、また特定な場所に放電が集中するを防ぐように働く。これにより、ガス入口7から本体胴部1に供給した原料ガスは高濃度なオゾン化ガスとなってガス出口8から取り出される。

【0007】なお、ガス出口8の下流には図示しない排気バルブを装備しており、本体胴部1、したがってオゾン発生管11の放電空隙12に供給される原料ガスが標準大気圧より若干高い圧力0.17MPa程度となるよう調節する。また、図4は前記オゾン発生管11の高電圧電極13と接地電極11aとの間に交流高電圧を印加した際に、その放電空隙12に発生する無声放電を模式的に表したものであり、図示のようにストリーマと呼ばれる細い放電柱Aが放電空隙12に沿ってガラス誘電体層11aの表面と高電圧電極13との間に分散発生する。このストリーマ放電柱は無声放電の特徴であり、ストリーマ放電柱Aの内部では陰極から陽極まで一様に電離が行われており、この無声放電が分散することでオゾンが効率良く発生する。なお、製品仕様の一例を数値で表すと、前記したオゾン発生管の接地電極11aと高電圧電極13との間の距離が2.0mm、ガラス誘電体11bの厚さが1.7mm、放電電空隙12の距離が0.3mm程度に設計されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記したオゾン発生装置は、製品の信頼性面で次に記すような問題点がある。すなわち、処理能力によもよるがオゾン発生装置に組み込むオゾン発生管11の本数は数十～数百本にもなることから、図5で表すようにオゾン発生管のガラス誘電体層11bには、その製造過程で気泡PあるいはクラックQが発生し、このために製品の品質にバラツキが生じる。しかも、ガラス誘電体層に気泡P、クラックQが生じているオゾン放電管電極をそのまま採用してオゾン発生装置を組立てると、運転中に気泡P、クラックQのある部分で接地電極11aと高電圧電極13との間の放電空隙12に火花放電柱Bが生じ、そのためにオゾン生成効率が著しく低下したり、運転が不安定になるとといった問題が発生する。

【0009】したがって、オゾン発生装置の製造に当たっては、ガラス誘電体層にクラックや気泡が存在しないオゾン発生管電極だけを選別して使用することが望ましいが、ガラス誘電体を接地電極にライニングする製造工程では大なり小なりクラック、気泡の発生を伴うことから、その品質基準を必要以上に厳しくすると製品の歩留りが低下してコスト高の要因となる。

【0010】本発明は上記の点に鑑みなされたものであり、その目的は前記課題を解決し、オゾン発生管の電極面にライニングしたガラス誘電体層にクラック、気泡が残っていても、電圧印加時に電極間に火花放電が発生するのを抑えて安定よく運転できるようなオゾン発生装置、およびその運転方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明によれば、放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成した誘電体層とからなるオゾン発生ユニットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、(1) 前記電極間に印加する電圧を、仕様上の電極間距離、原料ガスガス圧から定まる電極間の火花電圧より低い電圧範囲に設定して運転する(請求項1)。

【0012】(2) 前記放電空隙に供給する原料ガスのガス圧を、仕様上の電極間距離、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧よりも大きくなる圧力範囲に設定して運転を行う(請求項2)。

(3) 前記電極間の距離を、仕様上の原料ガス圧、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧より大きくなるような距離に設定する(請求項3)。

【0013】電極間の印加電圧、放電空隙に供給する原料ガス圧、電極間の距離を前記のように設定することにより、放電ユニットの誘電体層に多少のクラック、気泡が残っていてもオゾン発生装置の運転時に電極間に火花

放電が発生したり、無声放電が火花放電に転移することがなくなつて安定した運転を確保できる。

## 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図示の実施例を基に説明する。なお、本発明を適用するオゾン発生装置は図6で述べた構成と基本的に同じであり、以下の説明において同一部分には同じ符号を付してその説明を省略する。

【実施例1】図1は本発明の請求項1に対応する印加電圧の設定範囲を図中に表したパッシエン曲線のグラフであって、横軸はPd(ガス圧力P×放電空隙長d)、縦軸は火花電圧を表している。

【0015】ここで、図5で述べたようにオゾン発生管の接地電極11aの電極面にライニングされたガラス誘電体層11bにその製造過程で生じた気泡PやクラックQが存在し、これが原因で電圧印加時に高電圧電極13と接地電極11aの間で火花放電が発生する場合を想定すると、その火花電圧はパッシエン曲線の上で次のようにして求められる。すなわち、仕様上の電極間距離を2mm、放電空隙に供給する原料ガス(空気)のガス圧を0.17MPaと規定すれば、ガス圧力P×放電空隙長d=0.17MPa×2mm=0.34MPa·mmである。したがって、図示のパッシエン曲線から火花電圧は約10KVとなる。

【0016】そこで、本発明によれば、前記した電極距離、ガス圧の仕様条件の下で電極間の印加電圧を10KVよりも低い電圧範囲(印加電圧<10KV)に設定してオゾン発生装置の運転を行うようにする。これにより、誘電体層11bにクラック、気泡が多少存在しても、電極間で火花放電が生じることがなく、オゾン発生装置を安定よく運転できる。なお、図示のパッシエン曲線は、原料ガスが空気の場合を表しており、原料ガスが酸素の場合にはそのパッシエン曲線が図1と若干異なるが、電極間の印加電圧を設定する考え方は同じである。

【実施例2】図2は、本発明の請求項2に対応するガス圧の設定範囲を図中に表したパッシエン曲線のグラフであり、図1と同様に横軸はPd(ガス圧力P×放電空隙長d)、縦軸は火花電圧を表している。

【0017】ここで、オゾン発生管の電極間に印加する仕様上の印加電圧は10KVとし、電源の電圧変動などにより運転中に印加電圧が10KVから13KVに上昇して電極間に火花放電が発生する場合を想定する。すなわち、火花電圧が13KVのときのPd値は約0.5MPa·mmであり、仕様上の電極間距離を2mmとすれば、前記Pd値に相応するガス圧は0.25MPaとなる。

【0018】したがって、オゾン発生装置の運転時に供給する原料ガスのガス圧力を0.25MPa以上の圧力範囲に設定すれば、電極間距離を2mmとして電極間に

火花放電を引き起こす火花電圧が電極間の印加電圧（13Kv）よりも大きくなる。これにより、誘電体層11bにクラック、気泡が多少存在し、かつ電源の電圧変動などで印加電圧が10から13Kvに上昇しても、電極間に火花放電が発生したり、無声放電が火花放電に転移することがなく、オゾン発生装置の安定運転が確保できる。

【実施例3】図3は、本発明の請求項3に対応する電極間距離の範囲を図中に表したパッシエン曲線のグラフであり、図1と同様に横軸はPd（ガス圧力P×放電空隙長d）、縦軸は火花電圧を表している。

【0019】ここで、先記実施例2で述べたと同様に、オゾン発生管の仕様上の印加電圧を10Kvとし、電源の電圧変動などにより運転中に印加電圧が10Kvから13Kvに上昇して電極間に火花放電が発生する場合を想定する。すなわち、火花電圧が13KvのときのPd値は約0.5MPa・mmであり、仕様上のガス圧を0.17MPaとすれば、前記Pd値に相応する電極間距離は2.9mmとなる。

【0020】したがって、図6に示したオゾン発生装置に組み込むオゾン発生管11として、その電極間距離を2.9mm以上に広げて設計したものを採用すれば、仕様上の原料ガス圧を0.17MPaとして電極間に火花放電を引き起こす火花電圧が電極間の印加電圧（13Kv）よりも大きくなる。これにより、誘電体層11bにクラック、気泡が多少存在し、かつ電源の電圧変動などで印加電圧が10から13Kvに上昇しても、電極間に火花放電が発生したり、無声放電が火花放電に転移することがなく、オゾン発生装置の安定した運転を確保できる。

【0021】なお、本発明を実施適用するオゾン発生管について、各実施例で述べた電極間距離、印加電圧、原料ガスおよびそのガス圧の仕様値はこれに限定されるものではなく、オゾン発生装置の規模などによって異なるものである。したがって、本発明により設定した印加電圧、ガス圧、電極間距離も図示実施例の数値に限定されるものではなく、各々の使用条件ごとにパッシエン曲線を基にして設定範囲を決定する。

#### 【0022】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、放電空隙を隔てて対向する一対の電極と、少なくとも一方の電極面に形成した誘電体層とからなるオゾン発生ユニ

ットに対し、前記電極に交流高電圧を印加しつつその放電空隙に酸素を含む原料ガスを供給し、電極間に発生する無声放電により原料ガスをオゾン化してオゾンを生成するオゾン発生装置において、

(1) 前記電極間に印加する電圧を、仕様上の電極間距離、原料ガスガス圧から定まる電極間の火花電圧より低い電圧範囲に設定して運転する。

【0023】(2) 前記放電空隙に供給する原料ガスのガス圧を、仕様上の電極間距離、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧よりも大きくなる圧力範囲に設定して運転する。

(3) 前記電極間の距離を、仕様上の原料ガス圧、印加電圧から定まる電極間の火花電圧が印加電圧より大きくなるような距離に設定する。

【0024】これにより、放電ユニットにガラス誘電体層をライニングする製造工程で発生した多少のクラック、気泡が残っていても、オゾン発生装置の運転時に電極間に火花放電が発生したり、無声放電が火花放電に転移することがなく安定した運転を確保できる。さらに、ガラス誘電体のライニングを施した電極の品質基準を緩和し、その選別／出荷する際の歩留まり高めてコストの低減化が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応する印加電圧の設定範囲をパッシエン曲線を基にして表した説明図

【図2】本発明の実施例2に対応する原料ガス圧の設定範囲をパッシエン曲線を基にして表した説明図

【図3】本発明の実施例3に対応する電極間距離の設定範囲をパッシエン曲線を基にして表した説明図

【図4】オゾン発生管の放電空隙に生じた無声放電を模式的に表す図

【図5】オゾン発生管のガラス誘電体層にクラック、気泡が生じた場合の放電状態を模式的に表す図

【図6】本発明の実施対象となるオゾン発生装置の構成図であり、(a)は装置全体の構成断面図、(b)は(a)図におけるオゾン発生管の部分拡大断面図

#### 【符号の説明】

11 オゾン放電管

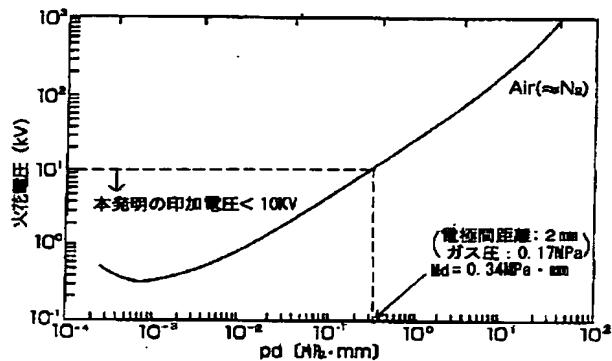
11a 接地電極

40 11b ガラス誘電体層

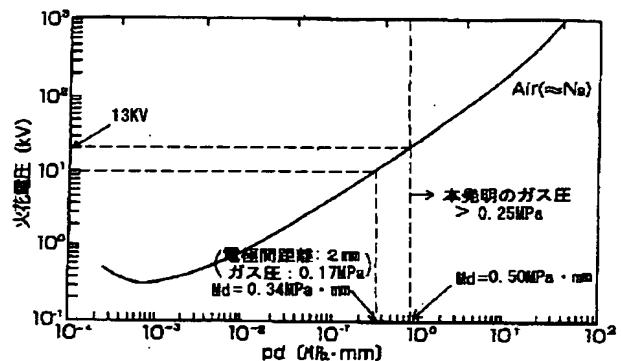
12 放電空隙

13 高電圧電極

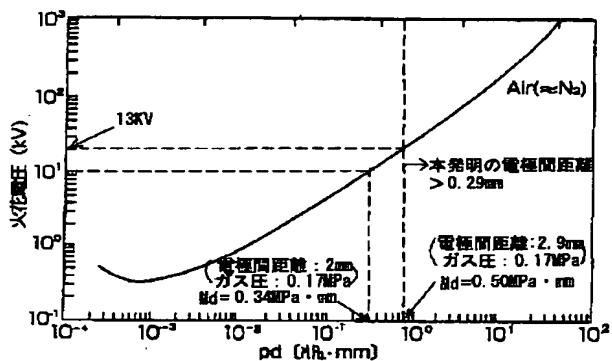
【図1】



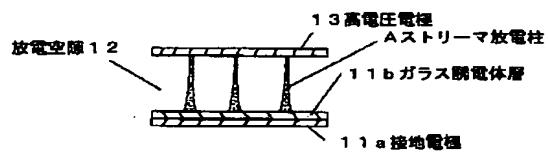
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

